Aus der Orthopädischen Klinik König-Ludwig-Haus Würzburg
Direktor: Prof. Dr. K. N i e d e r e c k e r

Muskelanomalien der Peronaeus-(Fibularis)-Gruppe bei Knickplattfüßen an Hand eines größeren Operationsmaterials.

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius - Maximilians - Universität Würzburg

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Rudolf Speth

aus

Würzburg

Würzburg 1956

Aus der Orthopädischen Klinik König-Ludwig-Haus Würzburg
Direktor: Prof. Dr. K. N i e d e r e c k e r

Muskelanomalien der Peronaeus-(Fibularis)-Gruppe bei Knickplattfüßen an Hand eines größeren Operationsmaterials.

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius - Maximilians - Universität Würzburg

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Rudolf Speth

aus

Würzburg

Würzburg 1956

Referent: Professor Dr. K. N i e d e r e c k e r

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Tag der mündl. Prüfung:
14. Dezember 1966.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg

Meinen Eltern in Dankbarkeit
gewidmet.

Inhaltsverzeichnis

		Seite
I.	Einleitung	1
II.	Die Muskeln der Peronaeus-(Fibularis)-Gruppe in der Literatur	3
III.	Aufgefundene Anomalien	7
IV.	Gelenk- und Muskelmechanik des Fußes in Bezug auf den Knickplattfuß und die Muskelanomalien	28
V.	Bedeutung der Anomalien	34
VI.	Zusammenfassung	37
VII.	Schrifttum	

Muskelanomalien der Peronaeus-(Fibularis)-Gruppe bei Knickplattfüßen an Hand eines größeren Operationsmaterials.

I. Einleitung.

Nachdem man in der älteren Literatur für die Entstehung eines Plattfußes vornehmlich die knöchernen Elemente verantwortlich machte, nahm man in den letzten Jahrzehnten aber weitgehend von dieser einseitigen Betrachtungsweise Abstand und rückte mehr die funktionelle Seite dieses Problems in den Vordergrund. Man erkannte, daß Muskel- bzw. Sehnenanomalien eine viel größere Rolle spielen als man bisher annahm.

In einer großen statistischen Arbeit schreibt N i e d e r e c k e r wörtlich: "Durch die genauen klinischen Beobachtungen sowie Operationsbefunde und Behandlungsergebnisse bin ich immer mehr zu der Überzeugung gekommen, daß bei der Entstehung des Plattfußes die funktionellen Einflüsse, d.h. die Muskelveränderungen, eine größere Rolle spielen als die Knochenelemente."

Jedes einzelne Muskelindividuum besitzt nach Ursprung, Ansatz, Form, nach Inervation und Blutversorgung bestimmte charakteristische, bei der großen Mehrzahl konstant vorhandene und übereinstimmende Eigentümlichkeiten. Die Zusammenfassung der übereinstimmenden Merkmale liefert, wie überall im Reich des Organischen, den Begriff des Normalen. Größere und seltenere Abweichungen vom Durchschnitt werden als Varietäten oder als Anomalien bezeichnet.

Anomalien der Muskeln und deren Sehnen sind relativ häufig. Sie sind wichtig in wissenschaftlicher Beziehung und mit Rücksicht auf die praktische Medizin, vor allem für die operative Orthopädie; ihre Wertschätzung ist im Steigen begriffen.

Schon im Jahre 1881 schreibt der Wiener Anatom H y r t l : "Es wird eine Zeit kommen, in welcher die Bedeutung der Varietäten der Muskeln besser verstanden sein wird als jetzt, wo man

sie nur als Curiositäten zu behandeln geneigt ist."

Bei der Klassifikation der Muskelanomalien nach morphologischen Prinzipien unterscheidet man nach R a u b e r - K o p s c h :

1) Überzählige Muskeln
2) Modifikationen normal vorkommender Muskeln.

Diese Modifikationen können verschiedener Art sein, solche der Form, der Beziehung zu Nachbarmuskeln, des Ursprungs, der Insertion nach.

Nicht selten findet man überzählige Muskeln an Stellen, wo bei verwandten oder niederen Wirbeltieren ähnliche Muskeln konstant vorkommen. In solchen Fällen läßt es sich denken, daß die betreffenden überzähligen Muskeln atavistische Residuen darstellen. - In anderen Fällen aber scheinen die überzähligen Muskeln ganz regellos zu entstehen.

Den Muskeln fällt im "Werdegang" des Knickplattfußes eine wesentliche Rolle zu. H o h m a n n hat in seinem Buch "Fuß und Bein" den Muskeln beim Knickplattfuß ein besonderes Kapitel gewidmet. Er schreibt aber nur von der Bedeutung der Kontraktur der einzelnen Muskelindividuen, nicht aber von Anomalien, die eine fehlerhafte Wirkung im Sinne des Knickplattfußes entfalten können.

N i e d e r e c k e r hat nun in einer ausführlichen Arbeit über Muskel- und Sehnenanomalien bei Knickplattfüßen berichtet. Da seit dieser Zeit das Operationsmaterial beinahe auf das Doppelte angestiegen ist, erscheint es interessant, über die Anomalien zusammenfassend zu referieren, die in den zehn Jahren von 1946 bis 1956 laut Operationsberichten beobachtet wurden.

II. Die Muskeln der Peronaeus-(Fibularis)-Gruppe in der Literatur.

1) Musculus peronaeus longus:

Sein doppelt gefiederter Muskelbauch entspringt vom oberen Teil der Fibula, sowie von den fibrösen Wänden seiner Loge. (Septa intermuscularia und Fascia cruris.) Er erstreckt sich in der Norm bis zum unteren Drittel des Unterschenkels hinunter. Seine Sehne liegt zunächst lateral von der Sehne des M. peron. brev., welche im unteren Drittel des Unterschenkels von ihr bedeckt wird. In der Höhe des lateralen Knöchels liegt sie hinter der Sehne des M. peron. brev. und zusammen mit dieser in einer Rinne der Fibula, wo sie durch das Retinaculum mm. peron. sup. festgehalten werden. Darauf wendet sich die Sehne des M. peron. long. im Bogen zur lateralen Fläche des Calcaneus und liegt hier unter dem Processus trochlearis, durch das Retinaculum mm. peron. inf. festgehalten. Von hier aus zieht sie bis in die Nähe der Basis des Metatarsale V, wendet sich zur Fußsohle und verläuft zunächst im Sulcus M. peron. long. des Os cuboides, dann im Canalis fib. plantae. Sie erreicht so den medialen Fußrand, spaltet sich in mehrere Zipfel und inseriert an der Basis des Metatarsale I und am Cuneiforme I. Im ganzen umgurtet die Sehne den Fuß wie ein Steigbügel, der durch den M. tib. ant. ergänzt wird.

2) Musculus peronaeus brevis:

Er entspringt an der Außenseite der distalen Hälfte der Fibula, gedeckt vom M. peron. long. Seine Sehne liegt zwischen der Fibula und der Sehne des M. peron. long. und zwar im distalen Drittel des Unterschenkels medianwärts von ihr, am Malleolus lateralis dagegen vor derselben. Sie liegt in einer Rinne des Malleolus lateralis, hier festgehalten durch das Retinaculum mm. peron. sup., gelangt dann zur lateralen Fläche des Calcaneus, wo sie oberhalb des Processus trochlearis liegt, und haftet an der Tuberositas ossis metatarsalis V.

3) Musculus peronaeus tertius:

Eine Abspaltung des langen Zehenstreckers heißt, wie H y r t l schreibt seit W i n s l o w (1729), Musculus pero-

naeus tertius. Der Muskel inseriert an der Basis der Metatarsalia IV und V. Er kann aus einem ganz selbständigen Muskelbauch bestehen, welcher nichts anderes darstellt als das abgespaltene untere Stück des M. extens. digit. long. Unter dem Operationsgut der Orthopädischen Klinik in Würzburg befanden sich sogar 3 Füße, bei denen der M. peron. tert. aus 2 Muskelbäuchen bestand. Oft fehlt aber ein eigener Muskelbauch, und es geht nur eine besondere Sehne vom M. extens. digit. long. zum charakteristischen Anhaftungspunkt an der Basis der beiden lateralen Mittelfußknochen. Von hier aus zieht häufig noch ein Sehnenzipfel zur Kleinzehe als Zeichen der ursprünglichen Abspaltung der Peronaeussehne von der Extensorensehne dieser Zehe. Die Sehne des M. peron. tert. wird als häufig gespalten beschrieben. In den Varietates Berolinenses (Frohse-Fränkel) wird von einer Nebensehne berichtet, welche sich nach einem 8 cm langen Verlauf über den Mittelfuß in 2 Zipfel teilt, wobei der 1,5 cm lange zur Sehne des M. extens. digit. quint., der fibulare 5,5 cm lange an die Basis der 5. Endphalange geht. Zwischen den beiden Extremen des völlig abgespaltenen und völlig verbundenen Muskelfleisches des M. peron. tert. und des M. extens. digit. long. sind alle Zwischenstufen möglich. Der Muskel wechselt proteusartig von Fall zu Fall, beinahe wie der M. palmaris long. der Hand. Es kann nach Schwalbe und Pfitzner in 8,2 % selbst jede Spur eines M. peron. tert. fehlen. (Rauber-Kopsch). Der Muskel ist als Homologon des M. peron. parvus der unterhalb der Anthropoiden stehenden Affen aufzufassen. (Rauber-Kopsch).

4) Musculus peronaeus quartus:

(Cunningham, Frohse-Fränkel, Gray, Henle, Lanz-Wachsmuth, Luschka, Morris, Piersol, Quain, Rauber-Kopsch.)

Ursprung:	Ansatz:
Lateraler Condylus der Tibia.- Hintere Fläche der Fibula	Processus trochlearis des Calcaneus.- Tuberositas des Cuboid.-

zwischen dem M. peron. brev. und M. flex. hall. long.-	Lateraler Malleolus.- Sehne des M. extens. digit. quinti.- Ligamentum talo-fibulare post.- 2 Sehnen mit Ansatz hinter (dorsal) dem Processus trochl. am Periost des Calcaneus und am Processus trochl. selbst.- (Eigenes Material.)

---

5) Musculus peronaeus accessorius:

(Cunningham, Gray, Henle, Quain, Rauber-Kopsch.)

Ursprung:	Ansatz:
Oberer Teil der Fibula.- Zwischen dem M. peron. long. und brev.-	Sehne des M. peron. long. an der Fußsohle.-

---

6) Musculus peronaeus parvus:

(Benninghoff, Braus, Frohse-Fränkel, Piersol.)

Ursprung:	Ansatz:
Fibula, zwischen den normalen Wadenbeinmuskeln.- Oberer Teil der Fibularisloge.-	Kleinzehe, zusammen mit der Sehne des M. extens. digit. long.-

---

7) Musculus peronaeus digiti quinti:

(Cunningham, Frohse-Fränkel, Gray, Morris, Piersol, Quain.)

Ursprung:	Ansatz:
Unteres Viertel der Fibula unter dem M. peron. brev.- M. peron. long.- M. peron. brev.- Auch sehnig an Ursprung und Ansatz, dazwischen ein Muskelbauch.-	Extensorensehne der kleinen Zehe.-

---

Außerdem werden noch eine Menge überzähliger, anomaler Sehnenstreifen ohne eigenen Muskelbauch angegeben, die sich direkt vom Muskelbauch des kurzen Wadenmuskels abspalten. (B e n - n i n g h o f f, B r a u s, H e n l e, L a n z - W a c h s - m u t h, L u s c h k a, M o r r i s, Q u a i n, R a u b e r - K o p s c h.)

Diese anomalen Sehnenstreifen können folgende Ansätze haben:

1) Metatarsale II, III, IV und V.-
2) Basis der Grundphalanx der 5. Zehe.-
3) Extensorensehne der 4. Zehe.-
4) Sehne des M. peron. tert.-
5) Sehne des M. tib. post.-
6) Sehne des M. abduct. digiti quinti.-
7) M. interosseus dors. IV.-
8) Calcaneus.-
9) Cuboid.-

In der angelsächsischen Literatur wird der M. peron. quart., je nach Ansatz am Calcaneus oder am Cuboid, als "Peronaecalcaneus externus" oder als "Peronaecuboideus" bezeichnet.

B r a u s bezeichnet den M. peron. parv. auch noch M. peron. digiti quinti superior. Er beschreibt außerdem einen Sonderfall: Abortive Befestigung der Sehne des Muskels mit zwei Zipfeln am Calcaneus und an der Fibula, anstatt an der Kleinzehe. Nach F r o h s e - F r ä n k e l kommt dieser Muskel bei der Mehrzahl der Affen vor.

III. Aufgefundene Anomalien.

Als Grundlage dieser Arbeit dienen die Operationsbefunde von 625 Knickplattfüßen, die in den 10 Jahren von 1946 bis 1956 in der Orthopädischen Klinik König-Ludwig-Haus in Würzburg operiert wurden. Die Zahl der Patienten betrug 387, und zwar wurden bei 149 Kranken ein Fuß und bei 238 Kranken beide Füße operiert.

A. Anomalien des Musculus peronaeus longus und des Musculus peronaeus brevis.

Normalerweise erstreckt sich der Muskelbauch des M. peron. long. nur bis zum unteren Drittel des Unterschenkels, der des M. peron. brev. bis in die Nähe des äußeren Knöchels, aber nicht tiefer. Was nun die Veränderungen des M. peron. brev. und des M. peron. long. betrifft, so fand man bei den Operationen ein ungewöhnlich tiefes Herabreichen des Muskelbauches, besonders häufig beim M. peron. brev., wo er in 5 Fällen 3 cm, in 7 Fällen 2 cm und in weiteren 55 Fällen 1 cm distal des äußeren Knöchels zu finden war. Die Fälle, wo das Muskelfleisch bis zur Spitze des Knöchels reichte, waren nicht minder zahlreich. Auch der Bauch des M. peron. long. wurde sehr häufig weiter nach distal reichend angetroffen, als es der Norm entspricht. Bei Verwachsungen der Sehnen miteinander oder mit der Sehnenscheide sind angeborene Störungen oder auch Entzündungen anzunehmen.

B. Muskelanomalien aus dem Formenkreis des Musculus peronaeus quartus.

Entsprechende Anomalien wurden in 11,2 % aller der Füße gefunden, bei denen die Mm. peronaei revidiert wurden, das sind 23 von 204 Füßen. (Tab. I) Es handelte sich dabei ausnahmslos um schwere, kontrakte Deformierungen.

Fig. I. Musculus peronaeus quartus.

Der Muskelbauch reicht bis distal des äußeren Knöchels und gibt dann zwei Sehnen ab: eine hinter (dorsal) den Processus trochlearis zum Periost des Calcaneus, eine zweite zum Processus trochlearis selbst.

Im Folgenden sei über die Fälle, bei denen sich eine derartige Anomalie fand, kurz berichtet.

Fall 1

S. Adolf, geb. 3.9.23.
Diagnose: Schwerer, kontrakter Knickplattfuß, rechts.
Operation: 18.12.47.

1) Verlängerung der Mm. peronaei. Abtrennen des anomalen M. peron. quart. vom Calcaneus und Anheften desselben an den M. peron. brev.
2) Verlängerung der Achillessehne.
3) Absetzen des M. tib. ant. und Keilentnahme aus dem Talus.
4) Verpflanzen des M. tib. ant. und des M. peron. tert. durch

das Naviculare.

ad 1) Nach Verlängerung der Mm. peronaei und vollkommener Freilegung des Muskelfleisches wird ersichtlich, daß ganz in der Tiefe noch ein bedeutendes Muskelfleisch vorhanden ist, welches tief unter den äußeren Knöchel reicht. An diesem Muskel befindet sich eine separate Sehne, welche sehr kräftig ist und am Processus trochl. des Calcaneus ansetzt. Die Sehne ist ganz straff gespannt und hat zur Aufrechterhaltung des Knickplattfußes sehr wesentlich beigetragen.

Fall 2

K. Alfred, geb. 14.2.33.
Diagnose: Schwerer, kontrakter Knickplattfuß, rechts.
Operation: 9.12.48.
1) Verlängerung der Mm. peronaei und Exstirpation des M. peron. quart.
2) Verlängerung der Achillessehne.
3) Freilegen des M. peron. tert.
4) Keilentnahme aus dem Talus.
5) Lösen der Verwachsungen zwischen Taluskopf und Naviculare.
6) Abmeißeln des lateralen Processus des Calcaneus.
7) Verpflanzen des M. tib. ant. durch das Naviculare.

ad 1) Nach Verlängerung der Mm. peronaei fällt auf, daß hinter dem Bauch des M. peron. brev. ein selbständiger Muskelbauch erscheint. Nach Freipräparieren desselben kann festgestellt werden, daß er, unterhalb des M. peron. brev. liegend, von der Fibula kommt. Er besitzt in der Mitte einen sehnigen Teil und verläuft dann muskulär weiter zum unteren, äußeren Rand des Calcaneus. Der Muskel ist sehr angespannt und hält den Calcaneus in Pronation fest. Er wird in toto exstirpiert, weil er für eine Funktion nicht gut zu verwenden ist.

Fall 3

S. Hannelore, geb. 30.8.35.
Diagnose: Sehr schwerer, kontrakter Knicksenkfuß, rechts.
Operation: 20.12.48.
1) Verlängerung der Mm. peronaei und Abtragen eines abnormen Seh-

nen- und Muskelstranges, der vom M. peron. brev. zur Außenseite des Calcaneus zieht.
2) Verlängerung der Achillessehne.
3) Absetzen des M. peron. tert. und Vernähen desselben auf den Fußrücken.
4) Keilentnahme aus dem Talus.
5) Verpflanzen des M. tib. ant. durch das Naviculare.

ad 1) Vom untersten Teil des Muskelbauches des M. peron. brev. spaltet sich ein Sehnenstrang ab, der auch einige Muskelfasern enthält. Er ist ungefähr 1 cm breit, zieht zum äußeren Teil des Calcaneus und hält diesen in Pronation fest. Der Strang wird abgeschnitten und reseziert.

Fall 4

B. Hermann, geb. 8.3.33.
Diagnose: Schwerer Knickplattfuß mit beginnendem Kontraktionszustand, links.
Operation: 18.1.49.
1) Verlängerung der Mm. peronaei und Exstirpation des M. peron. quart.
2) Loslösen des M. peron. tert. an seinem Ansatz.
3) Leichte Verlängerung der Achillessehne.
4) Keilentnahme aus Talushals- und Kopf.
5) Verpflanzen des M. peron. tert. auf den Fußrücken.
6) Verpflanzen des M. tib. ant. durch das Naviculare.

ad 1) Beim Freilegen der Mm. peronaei zeigt sich, daß ein M. peron. quart. mit einem isolierten Muskelbauch von etwa 8 cm Länge vorhanden ist. Er entspringt von der Sehne des M. peron. brev. im unteren Unterschenkeldrittel und von der lateralen Fibulafläche und setzt am Cuboid an. Der Muskel wird, da er beim Versuch der Supination des Rückfußes stark spannt, exstirpiert.

Fall 5

B. Hermann, geb. 8.3.33.
Diagnose: Schwerer Knickplattfuß mit beginnendem Kontraktionszustand, rechts.

Operation: 9.2.49.

1) Verlängerung des M. peron. brev. und Abtrennen des M. peron. quart. von seinem Ansatz.
2) Verlängerung der Achillessehne.
3) Loslösen des M. peron. tert. von seinem Ansatz.
4) Abmeißeln einer Lamelle vom Naviculare und Keilentnahme aus dem Talushals.
5) Verpflanzen des M. tib. ant. durch das Naviculare.
6) Verpflanzen des M. peron. tert. auf den Fußrücken.

ad 1) Es wird wie auf der linken Seite ein M. peron. quart. gefunden, der aus dem unteren Drittel des M. peron. brev. und der gemeinsamen Sehnenscheide der Mm. peronaei entspringt und mit einer etwa 3 mm starken Sehne am Cuboid inseriert. Der Muskelbauch hat einen Querschnitt von etwa 0,5 qcm. Die Sehne wird an ihrem Ansatz losgelöst, teilweise reseziert und der Muskelbauch mit dem des M. peron. brev. vernäht.

Fall 6

S. Lothar, geb. 22.7.37.
Diagnose: Kontrakter Knickplattfuß, links.
Operation: 8.8.49.

1) Verlängerung der Mm. peronaei. Auffinden eines M. peron. quart.
2) Absetzen des M. peron. tert.
3) Absetzen des M. tib. ant. und Bohren eines Kanales für denselben durch das Naviculare.
4) Keilentnahme aus Talushals- und Kopf.
5) Verpflanzen des M. peron. tert. auf den Fußrücken.
6) Raffung der medialen Bänder und Befestigung des M. tib. ant.

ad 1) Unter dem M. peron. long. ist die Sehne eines M. peron. quart. zu sehen. Diese Sehne ist stark angespannt. Sie wird etwas nach distal und proximal verfolgt. Ein Muskelbauch ist nicht zu erkennen. Auch der Ansatz wird nicht völlig freigelegt; er befindet sich am vorderen Teil des Calcaneus. Die Sehne des M. peron. quart. wird möglichst distal abgetrennt und dann weiter proximal an die Sehne des M. peron. brev. angenäht.

Fall 7

S. Lothar, geb. 22.7.37.
Diagnose: Kontrakter Knickplattfuß, rechts.
Operation: 12.9.49.
1) Verlängerung der Mm. peronaei und Exstirpation der Sehne des M. peron. quart.
2) Verpflanzen des M. peron. tert. auf den Fußrücken.
3) Keilentnahme aus Talushals- und Kopf.
4) Verpflanzen des M. tib. ant. durch das Naviculare.

ad 1) Nach Z-förmiger Verlängerung der Mm. peronaei zeigt sich, daß noch ein M. peron. quart. vorhanden ist, der mit seinem isolierten Muskelbauch aus dem M. peron. brev. herauskommt und mit einer etwa 5 mm breiten Sehne am Processus trochl. des Calcaneus ansetzt. Die Länge des Muskels mit Sehne beträgt ungefähr 11 cm. Die stark spannende Sehne wird an ihrem Ansatz abgetrennt und etwa 5 cm proximalwärts reseziert. Der Muskelbauch wird mit dem M. peron. brev. vernäht.

Fall 8

D. Lothar, geb. 17.8.32.
Diagnose: Hochgradiger Knicksenkfuß, vollkommen kontrakt, rechts.
Operation: 22.9.49.
1) Verlängerung der Mm. peronaei. Ein M. peron. quart. wird aufgefunden.
2) Absetzen des M. peron. tert. und Vernähen desselben auf den Fußrücken.
3) Absetzen des M. tib. ant. und Verkleinern des Naviculare.
4) Keilentnahme aus dem Talushals.
5) Verpflanzen des M. tib. ant. durch das Naviculare.

ad 1) Hinter der Sehne des M. peron. brev. ist ein weiterer Muskelbauch vorhanden. Dieser M. peron. quart. kommt von dem Periost der Fibula, ziemlich weit hinten gelegen, nach distal. Der Muskelbauch ist 4 cm lang, 1 cm breit und 0,5 cm dick. Er ist bindegewebig mit dem tiefreichenden Muskelbauch des M. peron. brev. verwachsen. Der Muskel reicht bis etwas distal des äußeren Knöchels und gibt dann zwei Sehnen ab: eine

hinter (dorsal) den Processus trochl. zum Periost des Calcaneus, eine zweite zum Processus trochl. selbst. (Vergl. Fig. I.) Beide Sehnen sind zart und dünn, je etwa 1 mm breit. Die Sehnenansätze werden abgesetzt. Der Muskelbauch wird oberhalb des äußeren Knöchels an die Sehne des M. peron. long. angenäht, um dessen Kraft zu vermehren.

Fall 9

B. Edmunda, geb. 2.11.38.
Diagnose: Angeborener Plattfuß mit allen Symptomen, links.
Operation: 10.11.49.
1) Verlängerung der Mm. peronaei.
2) Exstirpation des M. peron. quart.
3) Absetzen des M. peron. tert. und Verpflanzen desselben auf den Fußrücken.
4) Freilegen des medialen Fußrandes.
5) Absetzen des M. tib. ant.
6) Keilentnahme aus dem Talus.
7) Durchbohren des Naviculare und Befestigen des M. tib. ant.

ad 2) Nach Isolierung des M. peron. brev. wird ersichtlich, daß ein accessorischer Muskelbauch zwischen M. peron. brev. und Fettweichteilumhüllung der Achillessehne vorhanden ist, welcher proximal und distal vom Bauch des M. peron. brev. vollkommen isoliert werden kann. Proximal endigt dieser Muskel sehnig, teils im Muskelbauch des M. peron. brev., teils an der Fibula. Distalwärts läßt sich der Muskelbauch bis zum Retinaculum verfolgen. Er haftet hinter dem Retinaculum am äußeren Rand des Calcaneus im Periost und im Knochengewebe, etwa 2 cm breit. Der sehnige Ansatz ist ganz kurz, das Muskelfleisch reicht praktisch bis zum Ansatz. Die Länge beträgt in gespanntem Zustand gut 10 cm, die Dicke 1 cm. Beim Anziehen dieses Muskels geht der Fuß ausgesprochen in Pronationsstellung. Deshalb wird er in toto exstirpiert.

Fall 10

D. Leonhard, geb. 13.6.32.
Diagnose: Traumatischer Plattfuß, links.
(Fraktur des Metatarsale II und III.)

Operation: 22.11.49.
1) Verlängerung der Mm. peronaei.
2) Exstirpation des M. peron. quart.
3) Abtragen einer Exostose an der lateralen Ansatzstelle der Achillessehne.
4) Abtrennen des M. peron. tert. und Verpflanzen auf den Fußrücken.
5) Keilosteotomie aus dem Talushals.
6) Verschmälerung des Naviculare durch Entnahme einer 0,5 cm breiten Lamelle.
7) Verpflanzen des M. tib. ant. durch das Naviculare.

ad 2) Am Processus trochl. des Calcaneus setzt ein kräftiger M. peron. quart. an. Derselbe wird exstirpiert. Seine Länge beträgt mit der Sehne 8 cm. Der Muskelbauch ist 5,5 cm lang, 1,2 cm breit und 0,6 cm dick. Der Muskelumfang beträgt 3 cm. Hauptursache der Kontraktur in Valgusstellung war nicht das Trauma, sondern die angeborene Muskelanomalie.

Fall 11

R. Hermann, geb. 29.8.35.
Diagnose: Zustand nach operiertem Plattfuß, links. (Recidiv)
Bei der ersten Operation am 14.3.49. wurden die Mm. peronaei nicht revidiert.
Reoperation: 11.1.50.
1) Verlängerung der Mm. peronaei.
2) Verlängerung der Achillessehne.

ad 1) Der M. peron. brev. entsendet einen etwa 4 mm starken Strang zur Lateralseite des Calcaneus. Der Strang wird reseziert. Das Recidiv wurde durch die Mm. peronaei, wahrscheinlich durch die Anomalie am M. peron. brev. hervorgerufen.
Entlassung aus der Klinik: 1.4.50.
Zur Vermeidung eines Rückfalles bekommt der Junge einen Zweibänderapparat.
Nachuntersuchung: 12.7.50.
Operationsnarben völlig reizlos. Der M. tib. ant. funktioniert gut. Fuß in Mittelstellung. Das Längsgewölbe ist gut ausgebildet. Beweglichkeit im unteren Sprunggelenk ist nicht

behindert.

Fall 12

R. Josef, geb. 30.9.33.
Diagnose: Schwerster, kontrakter Knickplattfuß, rechts.
Operation: 27.1.50.

1) Verlängerung beider Mm. peronaei. Durchtrennen des anomalen Muskelstreifens, der vom M. peron. brev. zum Processus trochl. zieht.
2) Absetzen des M. tib. ant. und Keilentnahme aus dem Talushals.
3) Absetzen des M. peron. tert. und Verpflanzen desselben auf den Fußrücken.
4) Durchmeißeln der knorpeligen Verbindung zwischen Naviculare und Calcaneus.
5) Verkleinern des Naviculare.
6) Anheften der Sehne des M. tib. ant. im Bohrloch des Naviculare.
7) Raffung der medialen Gebilde samt M. tib. post.

ad 1) Vom Muskelbauch des M. peron. brev. spaltet sich ein weiterer Muskel ab, aus dem eine etwa 2-3 cm breite, fächerförmige Sehne hervorgeht, die zum Processus trochl. des Calcaneus zieht und den Rückfuß in Pronation hält. Die Sehne wird von ihrem Ansatz losgelöst. Auch der als rudimentärer M. peron. quart. aufzufassende Muskel wird vom M. peron. brev. abgetrennt.

Fall 13

B. Traudel, geb. 4.2.34.
Diagnose: Hochgradiger Knickplattfuß, vollkommen kontrakt, rechts.
Operation: 25.4.50.

1) Verlängerung beider Mm. peronaei. Resektion eines abnormen Stranges.
2) Verlängerung der Achillessehne.
3) Absetzen des M. peron. tert. und Verpflanzen desselben auf den Fußrücken.
4) Abmeißeln des Os tibiale externum.
5) Abmeißeln des Randwulstes am Taluskopf und Naviculare.

6) Keilentnahme aus dem Talushals.
7) Verpflanzen des M. tib. ant. durch das Naviculare.

ad 1) Der Muskelbauch des M. peron. brev. gibt eine 1 mm breite Sehne zum Processus trochl. des Calcaneus ab, in welche einige Muskelfasern einstrahlen. Erst nachdem dieser Strang durchtrennt ist, läßt sich der Fuß besser supinieren.

Fall 14

B. Otto, geb. 25.5.32.
Diagnose: Kontrakter Knickplattfuß, rechts.
Operation: 31.5.50.
1) Verlängerung beider Mm. peronaei. Auffinden eines M. peron. quart.
2) Verlängerung der Achillessehne.
3) Absetzen des M. peron. tert. und Verpflanzen desselben auf den Fußrücken.
4) Absetzen des M. tib. ant.
5) Lösen des verklebten Talo-Naviculargelenkes. Keilentnahme aus dem Talushals. Verpflanzen des M. tib. ant. durch das Naviculare.

ad 1) Neben den Sehnen des M. peron. long. und des M. peron. brev. liegt noch eine dritte Sehne. Sie zieht zum Processus trochl. des Calcaneus und ist ungefähr 3 mm breit. Sie hat keinen eigenen Muskelbauch, nur einige Fasern des M. peron. brev. strahlen in sie ein. Die Sehne ist handbreit am Unterschenkel hinauf zu verfolgen, verläuft hier noch ganz von den anderen Mm. peronaei getrennt und scheint erst weiter oben einen Muskelbauch zu haben. Die Sehne ist stark kontrakt. Erst nach Durchschneiden derselben läßt sich der Fuß besser korrigieren.

Fall 15

B. Rudolf, geb. 21.2.35.
Diagnose: Kontrakter Knickplattfuß, links.
Operation: 2.6.50.
1) Verlängerung der Mm. peronaei, sowie Resektion des M. peron. quart.

2) Durchtrennung der hemmenden Bänder.
3) Verpflanzen des M. peron. tert. auf den Fußrücken.
4) Verlängerung der Achillessehne.
5) Keilentnahme aus dem Talushals.
6) Verpflanzen des M. tib. ant. durch das Naviculare.

ad 1) Am Processus trochl. des Calcaneus setzt eine etwa 3 mm starke Sehne eines M. peron. quart. an. Die Sehne wird proximalwärts bis zum Muskelbauch freigelegt. Der Muskelbauch ist ungefähr 1,3 cm breit und 3 mm dick. Die Sehne des M. peron. quart. wird in einer Länge von 2 cm reseziert.

Fall 16

B. Otto, geb. 23.5.32.
Diagnose: Knickplattfuß, vollkommen kontrakt, links.
Operation: 6.7.50.
1) Verlängerung der Mm. peronaei.
2) Absetzen des M. peron. tert. und Verpflanzen desselben auf den Fußrücken.
3) Keilentnahme aus dem Talushals.
4) Verpflanzen des M. tib. ant. durch das Naviculare.
5) Raffung der medialen Bänder.

ad 1) Neben den Sehnen des M. peron. long. und brev. erscheint noch eine dritte Sehne. Sie setzt an der Außenseite des Calcaneus an. 9 cm proximal des Ansatzes beginnt ein isolierter Muskelbauch, der weitere 2 cm proximalwärts eine Breite von 1 cm hat. Der M. peron. quart. wird in 5 cm Länge reseziert und der proximale Rest der Sehne an diejenige des M. peron. long. angenäht.

Fall 17

B. Rudolf, geb. 21.3.35.
Diagnose: Kontrakter Knickplattfuß, rechts.
Operation: 6.7.50.
1) Verlängerung beider Mm. peronaei und Abtrennen des Sehnenansatzes des M. peron. quart.
2) Absetzen des lateralen Ansatzes der Achillessehne.

3) Verpflanzen des M. peron. tert. auf die Fußmitte.
4) Verpflanzen des M. tib. ant. durch das Naviculare. Keilentnahme aus dem Talushals.

ad 1) Am Processus trochl. des Calcaneus setzt mit einer 2 cm langen und 2 mm starken Sehne ein M. peron. quart. an. Die Sehne und der Muskelbauch werden im Bereich des Hautschnittes nach proximal freigelegt. Der Muskelbauch ist sehr kräftig entwickelt, etwa 6 cm lang und von einem mittleren Durchmesser von 1,5 cm. Die Sehne des M. peron. quart. wird an ihrem Ansatz abgelöst und hierauf mit der Sehne des M. peron. brev. durch Seidennaht vereinigt.

Fall 18

P. Wendelin, geb. 19.10.29.
Diagnose: Kontrakter Knickplattfuß, rechts.
Operation: 25.1.51.
1) Verlängerung der kontrakten Mm. peronaei.
2) Verlängerung der Achillessehne.
3) Freilegen des M. peron. tert. und Ablösen desselben.
4) Aufsuchen des M. tib. ant.
5) Keilosteotomie aus dem Talushals.
6) Verpflanzen des M. tib. ant. durch das Naviculare.
7) Verpflanzen des M. peron. tert. auf den Fußrücken.

ad 1) Im Verlaufe der Mm. peronaei findet sich ein ganz dünner M. peron. quart., dessen Sehne sich vom Muskelbauch des M. peron. brev. abspaltet und in das Kapselgewebe des Cuboid einstrahlt. Ein zugehöriger Muskelbauch ist nicht zu erkennen. Die Sehne wird in einer Ausdehnung von 10 cm reseziert.

Fall 19

K. Günther, geb. 20.10.38.
Diagnose: Kontrakter Knickplattfuß, rechts.
Operation: 14.12.53.
1) Verlängerung der Mm. peronaei.
2) Verlängerung der Achillessehne.
3) Suchen nach dem M. peron. tert., der aber nicht vorhanden ist.
4) Keilentnahme aus dem Talushals.

5) Verkleinern des Naviculare.
6) Verpflanzen des M. tib. ant. durch das Naviculare.

ad 1) Vom Muskelbauch des M. peron. brev. spaltet sich ein Sehnenstrang ab, welcher zum Processus trochl. des Calcaneus zieht. Er ist als rudimentärer M. peron. quart. aufzufassen.

Fall 20

S. Ingrid, geb. 27.10.39.
Diagnose: Hochgradiger, kontrakter Knickplattfuß, rechts.
Operation: 22.2.54.
1) Freilegen des M. peron. tert. und Verpflanzung auf den Fußrücken.
2) Resektion des M. peron. quart.
3) Absetzen des M. tib. ant. und Verkleinern des Naviculare.
4) Bohren eines Kanales durch das Naviculare.
5) Befestigen des M. tib. ant. im Bohrkanal.

ad 1) Am äußeren Fußrand befindet sich ein Sehnenstrang, der zuerst so imponiert, als wäre es der kurze Strecker V. Es stellt sich aber dann heraus, daß dieser ziemlich starke Sehnenstrang vom M. peron. brev. abzweigt. Er setzt an der Streckaponeurose der Kleinzehe lateral an. Bei Funktion des M. peron. brev. hebt er den äußeren Fußrand, wirkt also im Sinne der Pronation.

Fall 21

S. Ingrid, geb. 27.10.39.
Diagnose: Hochgradiger, kontrakter Knickplattfuß, links.
Operation: 11.3.54.
1) Freilegen der Mm. peronaei und des anomalen M. peron. quart.
2) Absetzen des M. tib. ant. und Verkleinern des Naviculare.
3) Bohren eines Kanales durch das Naviculare.
4) Durchziehen des M. tib. ant. durch den Bohrkanal und Befestigen desselben.

ad 1) Am Ende des M. peron. brev., kurz vor seinem Ansatz, spaltet sich ein kleiner Sehnenstrang ab, welcher nach vorne verläuft. Die Sehne geht distalwärts bis zur Kleinzehe. Dort

spaltet sich von ihr noch ein weiterer Sehnenstreifen ab.

Fall 22

S. Helmut, geb. 5.11.47.
Diagnose: Teilkontrakter Knickplattfuß, rechts.
Operation: 5.4.54.
1) Verpflanzen des M. peron. tert. auf den Fußrücken.
2) Abtrennen des anomalen M. peron. quart.
3) Verpflanzen des M. tib. ant. auf das Naviculare und Raffen der medialen Bänder.

ad 1) Vom M. peron. brev. spaltet sich in Höhe des Processus trochl. des Calcaneus ein Sehnenstrang ab. Dieser ist etwa 2 mm breit und setzt am Köpfchen des Metatarsale V an. Ein eigener Muskelbauch ist nicht vorhanden.

Fall 23

S. Helmut, geb. 5.11.47.
Diagnose: Teilkontrakter Knickplattfuß, links.
Operation: 5.4.54.
Operationsmethode und Befund wie rechts. (Vergl. Fall 22)

Tab. I. Musculus peronaeus quartus. (Bei 204 Füßen mit Verlängerung eines oder beider Mm. peronaei.)

	Ursprung:	Ansatz:
	Mit eigenem Muskelbauch	
Kontrakte Füße unter 20 Jahre	Periost der Fibula 8 Sehnenscheide des M. peron. brev. 1 Muskelbauch des M. peron. brev. 2	Außenseite des Calcaneus in der Gegend des Processus trochl. 10 Gabelung der Sehne 1
	Ohne eigenen Muskelbauch	
	Muskelbauch des M. peron. brev. 7	Processus trochl. 3 Sehne des M. extens. digiti quinti 4
	Mit eigenem Muskelbauch	
Kontrakte Füße über 20 Jahre	Periost der Fibula 2	Außenseite des Calcaneus in der Gegend des Processus trochl. 2
	Ohne eigenen Muskelbauch	
	Sehne zweigt vom M. peron. brev. ab 3	Außenseite des Calcaneus in der Gegend des Processus trochl. 2 Cuboid 1

Summe: 23 Füße = 11,2 %

Es fanden sich bei den Operationen noch einige Besonderheiten, die sich nicht in Tab. I. einreihen lassen, die aber erwähnt werden müssen, da sich ihr Vorhandensein wahrscheinlich ungünstig auf die Fußform ausgewirkt hat.

1) 11-jähriger Patient.
Diagnose: Knickplattfuß stärksten Grades, kontrakt. Der M. peron. brev. ist mit seinem Muskelbauch, der bis unter den äußeren Knöchel reicht, mit Bindegewebssträngen mit der Lateralseite des Calcaneus verwachsen.

2) 17-jähriger Patient.
Diagnose: Knickplattfuß, kontrakt.
Von der Sehnenscheide des M. peron. brev. gehen fächerförmig 3 Bänder aus, die zu der Spitze des Malleolus externus bzw. zu der Kapsel ziehen.

3) 16-jähriger Patient.
Diagnose: Schwerer Knickplattfuß, kontrakt.
Vom Muskelbauch des M. peron. brev. verläuft ein etwa 3-4 cm breiter Sehnenstreifen zum unteren hinteren Rand des Retinaculums. Nach vollkommener Freilegung und Mobilisierung des M. peron. brev. samt Muskelbauch kann festgestellt werden, daß die Sehne den Calcaneus stark in Pronation zieht.

4) 31-jähriger Patient.
Diagnose: Schwerer Knickplattfuß, kontrakt.
Es ist ein Sehnenstrang vorhanden, welcher vom M. peron. brev. ausgeht und am Retinaculum ansetzt.

Die Bedeutung der Anomalien wird in sehr ausgeprägter Weise durch einen Fall beleuchtet, bei dem sich der Ansatz des M. peron. brev. am Calcaneus befand:

B. Paul, geb. 23.4.39.
Diagnose: Schwerste Mißbildung des rechten Beines und Fußes.

Fig. II. Gipsmodell des Unterschenkels und Fußes.

Klinischer Befund:
Coxa vara; Verdrehung des Kniegelenks nach innen; Antekurvation des Unterschenkels. Der Fuß steht in Spitz- und extremer Valgusstellung.

Röntgenbefund:
Vollkommener Fibuladefekt; keine Knöchelgabel, sondern ein nach lateral abgeschrägtes distales Ende der Tibia; lateral vom distalen Ende der Tibia sitzt ein, durch Coalition von Talus und Calcaneus entstandener Knochenblock, in den auch Naviculare, Cuneiforme und Cuboid eingeschlossen sind; 3 Mittelfußknochen, wobei auf dem Metatarsale I eine doppelte Zehe (klinisch Syndaktylie mit doppeltem Zehennagel) sitzt.

Operation: 11.10.54.

1) Frontale Verlängerung der Achillessehne.
2) Verlängerung des M. peron. long. und Revision des M. peron. brev.
3) Verlängerung der Extensoren und Freilegen des oberen Sprunggelenkes von lateral.
4) Freilegen des oberen Sprunggelenkes von medial unter Präparation des Gefäß- und Nervenstranges.
5) Bilden einer Gabel am distalen Ende der Tibia, Entknorpelung

der Gelenkflächen, Einpassen des Rückfußes in diese Gabel und Fixation mit Nagel.

Fig. III. Röntgenbild der Mißbildung.

ad 2) Freilegen der Sehne des M. peron. long., die stark kontrakt ist. Sie wird Z-förmig verlängert. Unter dieser Sehne befindet sich ein dicker Muskelbauch, der mit einer sehr kurzen Sehne an der Außenseite des Calcaneus festgewachsen ist. Dieser Muskel fixiert den Rückfuß in extremer Valgusstellung. Es handelt sich hierbei um einen abnormen M. peron. brev. mit einer Insertion ähnlich der des M. peron. quart. Der Muskelbauch wird an die Sehne des M. peron. long. angenäht.

C. Anomalien des Musculus peronaeus tertius.

N i e d e r e c k e r widmete dem M. peron. tert. in seiner Arbeit über Muskelanomalien beim Knickplattfuß ganz besondere Aufmerksamkeit. Er schreibt dem Muskel im Falle einer kräftigen Ausbildung und einer anomalen Insertion eine sehr wirksame Kraft bei der Bildung eines Knickplattfußes zu. Deshalb ist man in seiner Klinik bestrebt, den Muskel bis zu seinem Ansatz zu verfolgen und nötigenfalls seine fehlerhafte Wirkung auszuschalten.

Bei 444 Plattfußoperationen wurde der Ansatz des M. peron. tert. aufgesucht. Darunter waren 69,5 % Füße, die bezüglich ihres Ansatzes Anomalien aufwiesen. (Vergl. Tab. II) In 24,2 % der Fälle wurde ein normaler Ansatz gefunden, bei 6,3 % der Füße fehlte der M. peron. tert. ganz.

Fig. IV. Musculus peronaeus tertius mit eigenem, kräftigen Muskelbauch. Seine Sehne teilt sich in mehrere Portionen auf, die beinahe an der ganzen Länge des Metatarsale ansetzen.

Bei den anomalen Muskeln war der Ansatz meist erheblich verbreitert, in seltenen Fällen erstreckte er sich sogar von der Tuberositas bis zum Köpfchen, also über die ganze Länge des 5. Mittelfußknochens. Ein häufiger Befund war ein isolierter Ansatz in der Mitte oder ganz am distalen Ende des Metatarsale V. Sehr oft wurden neben der Hauptsehne noch Nebensehnen gefunden. Bei einem sehr schweren, kontrakten Fuß war die Hauptsehne, die in der Mitte des Metatarsale V ansetzte, von 9 kleinen Sehnensträngen flankiert, sodaß die gesamte Ansatzbreite ungefähr 3 cm betrug.

In mehr als der Hälfte der Fälle konnte ein isolierter Muskelbauch des M. peron. tert. festgestellt werden. Einigemale übertraf seine Stärke sogar diejenige des gemeinschaftlichen Zehenstreckers. An 3 Füßen besaß der M. peron. tert. 2 Muskelbäuche.

Diese im Sinne des Knickplattfußes wirkenden Muskeln wurden auf den Fußrücken verpflanzt, wo sie nun das Gewölbe hochziehen konnten. Durch die Ausnützung dieser naturgegebenen Möglichkeit der Muskel- und Sehnenverpflanzung ist nicht nur für die Behandlung des Plattfußes, sondern auch des Klumpfußes und vieler anderer Fußleiden sehr viel Segensreiches erreicht worden.

Tab. II. Musculus peronaeus tertius. (Bei 444 Plattfüßen, darunter 28 Fälle, wo der M. peron. tert. völlig fehlte)

Ansatz	Mob.Füße bis 20 Jahre	Kontr.Füße bis 20 Jahre	Mob.Füße über 20 Jahre	Kontr.Füße über 20 Jahre
Normal	67	28	8	4
Sehr breit an der Tuberos. Met. V	44	22	5	5
Von der Tuberos. bis zur Mitte des Met. V	4	8	-	4
An der Tuberos. Met. V mit Nebensehnen	29	7	2	3
Von der Tuberos. bis Mitte des Met. V mit Nebensehnen	14	10	-	-
Mittleres Drittel des Met. V	38	32	3	4
Mittleres Drittel des Met. V mit Nebensehnen	10	2	-	-
Distales Drittel des Met. V	12	19	1	9
Distales Drittel des Met. V mit Nebensehnen	6	4	2	1
Cuboid	6	1	1	1
Summe der anomalen Ansätze: 309 = 69,5 %	163	105	14	27

IV. Gelenk- und Muskelmechanik des Fußes in Bezug auf den Knickplattfuß und die Muskelanomalien.

Am Fuß unterscheidet man zwei Hauptgelenke, von denen das erste als oberes Sprunggelenk die Verbindung zwischen den Unterschenkelknochen und dem Talus darstellt. Das zweite Hauptgelenk ist das untere Sprunggelenk, das zwar anatomisch in Unterabteilungen zerfällt, funktionell aber eine Einheit bildet. Außer in den Sprunggelenken gibt es in den übrigen Fußwurzelgelenken noch gewisse beschränkte Beweglichkeiten. Diese Eigenbewegungen der einzelnen Tarsalia können die Hauptbewegungen im Sprunggelenk weiterführen oder sonst irgendwie beeinflussen. Die Hauptsache besteht darin, daß das Fußgewölbe als Einheit brauchbar ist. Dem wäre eine stärkere Beweglichkeit der Tarsalia im Wege. Dagegen bietet der mosaikartige Aufbau des Gewölbes einen Schutz gegen Zertrümmerung, da ein Bandknochenkomplex widerstandsfähiger und elastischer ist als ein Gewölbe aus einem Stück reinen Knochengewebes.

Oberes Sprunggelenk, Articulatio talocruralis.

Fig. V. Achse des oberen Sprunggelenkes.

Die distalen Enden der Unterschenkelknochen umfassen die Talusrolle wie mit einer Klammer. Dadurch erhält das Gelenk eine große Festigkeit und Sicherheit. Die die Klammer bildenden beiden Knochen sind durch straffes Bindegewebe in einer Bandhaft federnd vereinigt. Die Federung kommt zur Geltung, wenn bei der Hebung des Fußes der nach vorn verbreiterte Teil der Sprungbeinrolle sich der Mitte des Rollendaches nähert und dabei die Knöchelgabel um 2 bis 3 mm auseinanderdrängt. Bei dorsalflektiertem Fuß ist mithin der Gelenkschluß am festesten. Das Talocruralgelenk ist ein reines Gabelscharnier. Andere Bewegungen als reine Plantar- und Dorsalflexion

sind in der Gabel nicht möglich. Die Achse des Scharniers liegt horizontal. Sie geht unter der untersten Spitze des inneren Knöchels hindurch quer durch das Sprungbein und trifft den äußeren Knöchel gerade in seinem äußeren Vorsprung.

Unteres Sprunggelenk, Articulatio talotarsalis.

Fig. VI. Achse des unteren Sprunggelenkes

Anatomisch besteht das untere Sprunggelenk aus zwei völlig getrennten Gelenken, einem vorderen, Articulatio talocalcaneonavicularis, und einem hinteren, Articulatio talocalcanearis. Man faßt beide Kammern zusammen unter dem einheitlichen Namen: Unteres Sprunggelenk, Articulatio talotarsalis. Die im vorderen Gelenk zwischen Calcaneus und Naviculare bestehende Lücke im Knochengerüst wird plantarwärts und medialwärts durch das Pfannenband geschlossen. Die Achse des unteren Sprunggelenkes geht oben innen in den Hals des Sprungbeins hinein und verläßt das Fersenbein nahe der Ferse außen unten. In diesem Gelenk bewegt sich der Fuß gegen den Talus im Sinne einer Hebung des medialen Fußrandes = Supination, und einer Hebung des lateralen Fußrandes = Pronation. Mit der Pronation ist zwangsläufig eine Abduktion + Dorsalflexion, mit der Supination eine Adduktion + Plantarflexion verbunden.

Der menschliche Fuß ist ein zweiarmiger Hebel mit einem langen vorderen Arm, dem Vorfuß und Mittelfuß, und einem kurzen hinteren Arm, der Hacke oder Ferse. Eine Plantarflexion des Vor- und Mittelfußes ist von einer Dorsalflexion der Hacke begleitet und umgekehrt. Dabei liegt der Drehpunkt in der Gabel der Unterschenkelknochen. Ab- und Adduktionen sind im allgemeinen auch in beiden Hebelarmen entgegengesetzt gerichtet, nur Pro- und Supination verlaufen stets in der gleichen Richtung. Da die Ferse viel weniger ausgiebig bewegt wird und da die Bewegungen des längeren

Hebelarmes viel deutlicher ins Auge fallen, so ist es üblich, die Bewegungen des Fußes im ganzen nach der Richtung des Vor- und Mittelfußes zu bezeichnen. Spricht man z.B. von Abduktion des Fußes schlechthin, so meint man den Vor- und Mittelfuß und setzt, falls nicht das Gegenteil ausdrücklich bemerkt wird, stillschweigend voraus, daß die Ferse nicht abduciert, sondern adduciert wird.

Wäre der Fuß eine in sich starre Säule, so müßten also mit Notwendigkeit Ab- und Adduktionen, ebenso Dorsal- und Plantarflexionen von Hacke einerseits und Vorfuß und Mittelfuß andererseits gegensätzlich verlaufen. In Wirklichkeit kommen aber so starke Verschiebungen der Bauelemente des Fußgewölbes in sich vor, daß in gewissen pathologischen Fällen auch bei Abduktion des Vor- und Mittelfußes eine Abduktion der Hacke eintreten kann, z.B. beim hochgradigen Knickplattfuß.

Über die Wirkung der Muskeln auf die Sprunggelenke vergleiche man Fig. III und Fig. IV. Es ergibt sich, daß alle Muskeln, die vor der queren Knöchelachse verlaufen, Fußheber sind. (M. tib. ant., M. extens. digiti long., M. extens. hall. long., M. peron. tert.) Die hinter der Knöchelachse verlaufenden Muskeln stellen Fußsenker dar. (M. gastrocnemius, M. soleus, M. flex. hall. long., M. peron. long., M. tib. post., M. flex. digiti long., M. peron. brev.) Alle Muskeln, die lateral an der Achse des unteren Sprunggelenkes vorbeiziehen, sind Pronatoren (M. peron. long., M. peron. brev., M. extens. digiti long., M. peron. tert.), die medial liegenden sind Supinatoren (M. triceps surae, M. tib. post., M. flex. hall. long., M. flex. digit. long. und M. tib. ant.)

Es ist schon längere Zeit bekannt, daß der Fuß normalerweise bei Belastung in Valgusstellung auszuweichen versucht. Wie man in der Klinik N i e d e r e c k e r s mit einer genauen optischen Methode nachweisen konnte,"hat jeder, auch der sog. normale Fuß, das Bestreben, bei Belastung in eine Knickstellung (Valgusstellung) des Rückfußes auszuweichen. Dies ist ein wichtiger physiologischer Funktionsmechanismus des Fußes, denn auf diese Weise wird der Stoß beim Aufsetzen des Fußes abgefedert.

Gelenkmechanisch kommt dieser Vorgang dadurch zustande, daß der Auftrittspunkt des Fußes an der Ferse nicht genau in der Belastungslinie des Beines, sondern etwas nach außen verlagert gelegen ist. Auf diese Weise kommt die sog. Knickbereitschaft des

Fig. VII. Stellung des Calcaneus
a) beim normalen Fuß (schwarz)
b) beim Knickplattfuß (Kontur gestrichelt)

Die Längsachse des Calcaneus ist eingezeichnet.

(Aus "Benninghoff, Lehrbuch der Anatomie)

Fußes zustande. Bei der Belastung des Fußes entsteht also immer eine geringe Bewegung im unteren Sprunggelenk im Sinne der Knikkung. Überschreitet diese Knickung das normale (physiologische) Maß, so spricht man vom Knicksenkfuß."

Gleichzeitig mit der Valgusstellung wird das mediale Gewölbe abgeflacht, indem der Kopf des Talus und das Naviculare dem Fußboden genähert werden. Als weitere Abweichung von der Norm läßt sich beim ausgesprochenen Plattfuß erkennen, daß der Vorfuß und Mittelfuß gegenüber der Ferse abduciert ist. Dies macht sich hauptsächlich in den Lagebeziehungen von Talus und Naviculare zueinander bemerkbar. Es entstehen im Talonaviculargelenk, und auch in anderen benachbarten Gelenken, übermäßig große Druckerscheinungen, die eine Zerstörung des Gelenkknorpels und sekundäre Ent-

zündungserscheinungen nach sich ziehen.

Dieser Knickung des Fußes über das normale Maß hinaus sind nun beim gesunden Fuß Grenzen gesetzt durch starke Bänder. (z.B. Ligamentum deltoideum). Besonders aber die kräftigen Muskeln an der medialen Seite des Fußes und Unterschenkels verhindern eine solche Knickung in Valgusstellung. Nach B e n n i n g h o f f ist die Arbeitsleistung der Supinatoren normalerweise zweimal so groß als die der Pronatoren. Das beruht darauf, daß die Supinatoren den starken M. triceps surae auf ihrer Seite haben. Seine Verkürzung bei der Supination ist zwar nur gering, sein Querschnitt aber sehr groß, und damit auch seine Kraftentfaltung. Der wichtigste Supinator ist der M. tib. post., der außerdem, zusammen mit dem M. flex. hall. long. und den übrigen Zehenmuskeln der Fußsohle, den medialen Fußrand in der Längsrichtung verspannt. Durch das Übergewicht, das die Wadenmuskeln den Plantarflexoren und den Supinatoren verleihen, steht der frei herabhängende Fuß leicht supiniert und plantarflektiert. Wird der Fuß belastet, dann gerät er in eine leicht pronierte Stellung, die von den gedehnten Supinatoren aufgefangen wird. Besonders bei unebenem Boden verhindern sie ein Umknicken des Fußes. Die Supinatoren müssen also gegen die Körperschwere arbeiten und sind daher stärker als die Pronatoren.

Das Resultat für den menschlichen Fuß läßt sich dahingehend zusammenfassen, daß das passive Knochengerüst zwar einen schwachen Punkt behält, der den Knickplattfuß begünstigt, daß aber das aktive Muskelsystem den Gewinn davongetragen hat. Unter normalen Verhältnissen gleicht die Kraft der Muskeln die Schwäche der Knochenanordnung völlig aus. Die in diesem Sinne bedeutsamen Muskeln sind sämtlich Supinatoren, Plantarflexoren und Adduktoren.

Ist nun das System der Muskeln derart gestört, daß die pronatorischen Kräfte Übergewicht über ihre Antagonisten erhalten, so ist die Grundlage zu einer Deformierung des Fußes gegeben.

Interessant ist auch an dieser Stelle ein Vergleich mit den Muskelbefunden beim Klumpfuß. Nach N i e d e r e c k e r ist die Ursache der sog. "rebellischen Klumpfüße", das sind Füße,

bei denen es trotz richtiger Behandlung im Laufe der nächsten Jahre zum Recidiv kommt, fast ausnahmslos in anatomischen Besonderheiten und Anomalien von Muskeln und Sehnen zu suchen. In solchen Fällen findet man bei der Operation zusätzliche Muskeln und Sehnen oder eine kräftige Ausbildung inkonstanter Muskeln an der Innenseite des Unterschenkels und Fußes, (z.B. M. plantaris) die den Fuß nach erfolgter Redression wieder in die Fehlstellung ziehen. Fast regelmäßig kann man bei solchen Klumpfüßen Ausstrahlungen der Sehne des M. tib. post. über seinen normalen Ansatz hinaus auf die Fußsohle beobachten, wodurch die Fußinnenseite vermehrt nach innen gedreht und gehoben wird. Öfters wird auch ein stark nach medial verbreiterter Ansatz der Achillessehne gefunden, also umgekehrt wie beim Plattfuß.

Offensichtlich wirkt also, ob es sich nun um einen Plattfuß oder um einen Klumpfuß handelt, die Muskulatur sehr wesentlich bei der Entstehung der Deformität mit. Handelt es sich um eine Gleichgewichtsstörung, die im Sinne der Pronation wirkt, so bekommen wir einen Plattfuß; handelt es sich aber um eine solche, die im Sinne der Supination wirkt, so bekommen wir einen Klumpfuß. Dies ist umso einleuchtender, wenn man bedenkt, daß es sich bei den Bewegungen im unteren Sprunggelenk immer um eine Kombination von Adduktion mit Supination und Plantarflexion handelt, also ausgesprochene Bewegungen im Sinne des Klumpfußes, oder in umgekehrter Richtung um Abduktion, Pronation und Dorsalflexion entsprechend dem Plattfuß. Ist nun durch Störung des muskulären Gleichgewichtes einer der eben beschriebenen Bewegungsvorgänge längere Zeit fixiert, so kommt es sekundär natürlich auch zu Verschiebungen der Gelenkachsen zugunsten der bestehenden Deformität und zu Knochenveränderungen. Für die Therapie läßt sich daraus folgern, daß eine Korrektur der Muskelanomalien allein in einem fortgeschritteneren Stadium der Deformität nicht ausreichend ist, sondern daß erst die entstandenen Skelettveränderungen beseitigt werden müssen. Andrerseits ist es sinnlos, die Skelettveränderungen zu korrigieren und die muskelmechanischen Störungen bestehen zu lassen.

V. Bedeutung der Anomalien.

Wie bereits früher beschrieben, ist eine große Menge von aktiven und passiven Hilfsmitteln aufgeboten, um ein Abgleiten des Sprungbeins vom Fersenbein zu verhindern. Diese Gefahr des Abgleitens ist bedingt durch die Pronationsstellung des Calcaneus beim rezenten Menschen. Der Neandertaler hatte ein gering supiniertes Fersenbein auch bei Belastung, und bei den Menschenaffen ist der Calcaneus sogar so stark supiniert, daß ein Abgleiten des Talus nach innen unmöglich ist. Beim heutigen Menschen nun müssen diese Hilfsmittel erlahmen und versagen, falls der Knickplattfuß unter der Wirkung der Körperschwere und dem Übergewicht von Muskeln, die ihn aktiv begünstigen, eintritt und chronisch wird. In diesem Sinne wirken auch in nicht zu unterschätzendem Maße, dank ihres Verhaltens zu der unteren Sprunggelenksachse, die Muskelanomalien der Peronaeusgruppe.

1) Wie in Ziffer III gezeigt wurde, reichte der Muskelbauch des Musculus peronaeus longus und des Musculus peronaeus brevis sehr oft weiter nach distal, als es der Norm entspricht. Mit der zunehmenden Muskellänge nimmt aber nach B e r n o u l l i (1697) die Verkürzungsfähigkeit bzw. die maximal mögliche Hubhöhe zu. (L a n d o i s - R o s e m a n n). Dadurch kann es ermöglicht werden, daß der Fuß bei Belastung über den physiologischen Pronationsgrad hinaus geknickt, und der Vor- und Mittelfuß in Abduktion gezogen wird. Wahrscheinlich stellt dieses tiefe Herabreichen des Muskelfleisches eine angeborene Anomalie dar.

S c h e r b stellte bei seinen Untersuchungen über die Wirkung des M. peron. long. und des M. peron. brev. fest, daß dieselben während der Abwicklungsphase des Fußes, neben dem plantarflektorischen Effekt, auch eine Komponente besitzen, die sich im Sinne der pronatorischen Kantung des Fußes auswirkt. Diese Wirkung greift primär an den vorderen Fußabschnitten an und kann sich, wenn sie sehr stark ausgeprägt ist, rückläufig auf die hinteren Fußanteile übertragen. Um dabei die pronatorische Einknickung des Fußes zu verhindern, bedarf es äußerster Kraftentfaltung des M. tib. post.

Nach B r a u s hat die Abduktion des Vor- und Mittelfußes durch den M. peron. brev. das Besondere, daß sie auch von einer Abduktion der Hacke begleitet ist. Das Retinaculum nimmt den Calcaneus mit und bringt so Vorfuß und Hacke in die gleiche Richtung, wogegen im allgemeinen diese beiden Teile des zweiarmigen Hebels in verschiedener Richtung gehen. Da der M. peron. brev. den Fuß im ganzen abduciert und auch proniert, so bringt er ihn in eine Lage, bei welcher der Talus vom Calcaneus abzurutschen droht. Was bei Versagen des M. tib. ant. die Schwere des Körpers passiv versucht, das befördert aktiv ein einseitiges Überwiegen des M. peron. brev. B r a u s bezeichnet denselben als den "exquisiten Plattfußmuskel". Andrerseits kann das Fehlen oder die mangelhafte Entwicklung der Sehne des M. peron. brev. eine Ursache der großen Recidivneigung des Klumpfußes sein. (H o h m a n n).

Die Untersuchungen von W i l d e n a u e r und W. M ü l l e r über die Sehne des M. peron. long. haben gezeigt, daß deren pronierende Wirkung - abgesehen von der Stärke des Muskels - abhängig ist von der individuell sehr variablen Neigung der Sehnengleitfläche des Muskels an der Unterseite des Os cuboides gegen die Standebene des Fußes. Zum besseren Verständnis sei erläutert, daß sich die Kraft des Muskels, mit der er auf das Cuboid wirkt, in ein Vektorenpaar zerlegen läßt. Die eine Komponente wirkt von plantar nach dorsal und hebt den lateralen Fußrand, die andere Komponente wirkt nach proximal und preßt das Cuboid gegen den Calcaneus an. Je paralleler nun die Gleitfläche zur Standebene liegt, umso größer ist die Komponente, die von plantar nach dorsal wirkt, und umso mehr wird der laterale Fußrand gehoben.

2) Nebensehnen des Musculus peronaeus brevis und zusätzliche Muskeln aus dem Formenkreis des Musculus peronaeus quartus können den Rückfuß leicht in Pronationsstellung bringen, da sie auf Grund ihrer Lage zur unteren Sprunggelenksachse ein sehr günstiges Wirkungsmoment im Sinne der Valgität besitzen. Auch nach operativer Verlängerung der beiden Sehnen des M. peron. long. und des M. peron. brev. kann eine solche Anomalie die Fehlstellung fixieren, besonders in kontraktem Zustand. N i e d e r e c k e r

weist mit Nachdruck darauf hin, daß die Möglichkeit solcher Anomalien dazu mahnt, bei Operationen auch immer eine genaue anatomische Revision durchzuführen, damit das Heilungsergebnis nicht durch solche zufälligen Anomalien in Frage gestellt wird.

3) Der Musculus peronaeus tertius hat auf Grund seines Verlaufes und seines Ansatzes ein äußerst günstiges Drehmoment im Sinne der pronatorischen Kantung des ganzen Fußes und Abduktion des Vor- und Mittelfußes. Diese Wirkung wird weitgehend vermehrt, wenn ein eigener, kräftiger Muskelbauch vorhanden ist, und wenn bei nach distal verlagertem Ansatz der Hebelarm vergrößert wird. Im letzteren Falle fällt außerdem die Wirkung des Muskels als Heber des äußeren Fußgewölbes weg, ja seine Wirkung wird geradezu in das Gegenteil umgekehrt, indem das äußere Gewölbe durch Dorsalflexion des 5. Strahles eingeknickt wird. L o r e n z sah in der Zerstörung des äußeren Gewölbes den Ausgangspunkt der Plattfußbildung, ohne von den Anomalien des M. peron. tert. etwas gewußt zu haben.

N i e d e r e c k e r bezeichnete den M. peron. tert. als den "exquisiten Plattfußmuskel". Er beschreibt einen Fall, wo nach operativer Beseitigung aller sonst hemmender Ursachen, die Korrektur des Fußes nicht vorgenommen werden konnte, solange die ungünstige Wirkung des anomalen M. peron. tert. nicht beseitigt war. In der Würzburger Orthopädischen Klinik wird deshalb die pathologische Wirkung dieses Muskels ausgeschaltet und nützlichen Zwecken zugeführt. Man verpflanzt ihn zu diesem Zweck auf den Fußrücken, wo er das Gewölbe mit tragen hilft.

VI. Zusammenfassung.

Nachdem sich seit der Arbeit N i e d e r e c k e r s über Muskel- und Sehnenanomalien beim Plattfuß das Krankengut fast verdoppelt hat, erscheint es angebracht, die in den Jahren von 1946 bis 1956 aufgefundenen Muskelanomalien der Peronaeus-(Fibularis)-Gruppe zusammenfassend kurz zu beschreiben.

Es wurden in den 10 Jahren 625 Plattfüße operiert. Die Zahl der Patienten betrug 387, und zwar wurden bei 149 Kranken ein Fuß und bei 238 Kranken beide Füße operiert.

Es konnte festgestellt werden, daß bei Knickplattfüßen Anomalien der Muskeln und deren Sehnen gehäuft auftraten. So wurde der Muskelbauch des M. peronaeus longus und der des M. peronaeus brevis sehr oft weiter nach distal reichend gefunden als es der Norm entspricht.

Anomalien von der Art des M. peronaeus quartus waren in 11,2 % aller der Füße vorhanden, bei denen die Mm. peronaei revidiert wurden. Dieser Muskel entspringt, teils mit eigenem Muskelbauch, teils nur als sehniger Strang, von den Unterschenkelknochen, oder spaltet sich vom M. peronaeus brevis ab. Der Ansatz erfolgt am Calcaneus, am Cuboid oder an der 5. Zehe. Es handelt sich dabei um einen entwicklungsgeschichtlichen, bei niederen Tieren nachweisbaren Muskel, der beim Menschen bisher nur in seltenen Fällen bekannt war. Er kann in kontraktem Zustand, auch nach Verlängerung der Mm. peronaei, ein weiteres Hindernis gegen die Wiederherstellung der normalen Fußform sein.

Bei Knickplattfüßen spielt noch ein weiterer Muskel der lateralen Seite des Fußes eine große Rolle, nämlich der M. peronaeus tertius. Bei normalen Füßen ist er, wenn überhaupt vorhanden, sehr schwach, sodaß er praktisch nicht in Erscheinung tritt. Der Muskel war bei den Knickplattfüßen meistens sehr kräftig, manchmal stärker als der gemeinsame Zehenstrecker. Sein Ansatz war in 69,5 % der Fälle anomal, indem seine Sehne zu weit distal inserierte oder zusätzliche Sehnenausstrahlungen besaß. Dadurch wurde der 5. Mittelfußknochen nicht nur hochgezogen (d.h. der ge-

samte Fuß in Valgusstellung fixiert), sondern bei zu weit distal gelegenem Ansatz das äußere Längsgewölbe geradezu eingeknickt.

Es kann kein Zweifel bestehen, daß die beschriebenen Anomalien im Sinne einer Knickplattfußbildung wirken können. Hat aber der Circulus vitiosus einer muskulären Gleichgewichtsstörung erst einmal begonnen, so nimmt er mit Verschiebung der Gelenkachsen und Abweichen der Richtung des Muskelzuges zugunsten der Deformität weiter seinen Verlauf.

Nur durch genaues präparatorisches Vorgehen können solche Anomalien, die eine Fußdeformität begünstigen oder herbeigeführt haben, gefunden und anschließend ausgeschaltet werden.

Zum Schlusse erlaube ich mir, Herrn Professor Dr. N i e d e r e c k e r für die freundliche Überlassung des Themas, sowie für die liebenswürdige Förderung der Arbeit ergebenst zu danken.

Für die Anregung zu der vorliegenden Arbeit und für seine gütige Unterstützung möchte ich Herrn Oberarzt Dr. W e i t n a u e r meinen herzlichsten Dank aussprechen.

VII. Schrifttum.

BENNINGHOFF, A. — Lehrbuch der Anatomie des Menschen. J.F. Lehmann. München-Berlin, 1939.

BERNOULLI, J. — Zit. bei Landois-Rosemann, Physiologie des Menschen.

BRAUS, H. — Anatomie des Menschen. Springer. Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1954.

CUNNINGHAM — Text-Book Of Anatomy. H. Frowde, Hodder and Stoughton. Edinburgh-Glasgow-London, 1920.

FROHSE-FRÄNKEL — Die Muskeln des menschlichen Beines. G. Fischer. Jena, 1913.

GRAY, H. — Anatomy Of The Human Body. Lea & Febiger. Philadelphia, 1943.

HENLE, J. — Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. F. Viehweg und Sohn. Braunschweig, 1871.

HOHMANN, G. — Fuß und Bein. J. Bergmann. München, 1948

HYRTL, J. — Lehrbuch der Anatomie des Menschen. W. Braumüller. Wien, 1881.

LANDOIS-ROSEMANN — Physiologie des Menschen. Urban & Schwarzenberg. München-Berlin, 1950.

LANZ-WACHSMUTH — Praktische Anatomie. J. Springer. Berlin, 1938.

LUSCHKA, H. — Die Anatomie der Glieder des Menschen. Laupp'sche Buchhandlung. - Laupp und Siebeck. Tübingen, 1865.

MORRIS — Human Anatomy. The Blakiston Company. Philadelphia, 1944.

NIEDERECKER, K. — Tätigkeitsbericht der Orthopädischen Klinik König-Ludwig-Haus Würzburg 1946-1951. H. Stürtz A.G. Würzburg, 1952.

NIEDERECKER, K. — Zeitschrift für Orthopädie Bd. 79. Beiträge zur Entstehung des Plattfußes auf Grund von Muskelanomalien an Hand eines größeren Operationsmaterials. F. Enke. Stuttgart, 1950.

PENNERS, R. — Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete Bd. 85. Muskelanomalien bei angeborenen Klumpfüßen. F. Enke. Stuttgart, 1954.

PIERSOL, G. A. — Human Anatomy. Lippincolt Company. London, 1907.

QUAIN — Elements Of Anatomy. Longmans, Green and Company. London, 1882

RAUBER-KOPSCH — Lehrbuch der Anatomie des Menschen. G. Thieme. Leipzig, 1919.

REIN, H. — Einführung in die Physiologie des Menschen. Springer. Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1949.

SCHERB, R. — Kinetisch-diagnostische Analyse von Gehstörungen. F. Enke. Stuttgart, 1952.

SCHWALBE und PFITZNER — Zit. bei Rauber-Kopsch, Lehrbuch der Anatomie des Menschen.

WILDENAUER und MÜLLER, W. — Archiv für orthopädische und Unfallchirurgie, Bd. 46, S. 406-410 (1954) Die Wirkung des Musculus fibularis longus auf das Quer- und laterale Längsgewölbe des Fußes.

WINSLOW — Zit. bei Hyrtl, Lehrbuch der Anatomie des Menschen.

Lebenslauf

Als Sohn des prakt. Arztes Dr. med. Otto Speth und seiner Ehefrau Johanna, geb. Vogt wurde ich am 7. Juni 1930 in Würzburg geboren.

Mit sechs Jahren kam ich in die Volksschule in Königshofen/Baden und wechselte mit zehn Jahren in die Oberschule für Jungen in Bad Mergentheim über. Dort bestand ich im Jahre 1950 die Reifeprüfung.

Mein Studium begann ich im Wintersemester 1950/51 an der medizinischen Fakultät in Würzburg. Im April 1953 legte ich die ärztliche Vorprüfung ab. Die klinischen Semester belegte ich ebenfalls in Würzburg und beendete mein Studium im August 1956 mit der ärztlichen Prüfung.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig verfaßt und außer der angegebenen Literatur keine weiteren Hilfsquellen benutzt habe.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich bisher von keiner anderen Seite ein Dissertationsthema zur endgültigen Bearbeitung erhalten habe.

Rudolf Speth

RUDOLF BAEHR DRUCK- UND WERBETECHNIK
WÜRZBURG EGLOFFSTEINSTR. 5